ÖSTERREICHISCHE
BOTANISCHE ZEITSCHRIFT.

LXV. Jahrgang, Nr. 5/6. Wien, Mai-Juni 1915.

Preisausschreibung.

Es wird ein Preis von **1000 Mark** ausgeschrieben für die beste Bearbeitung folgender Aufgabe:

„Es soll näher untersucht werden, in welcher Weise die verschiedenen Strahlen des Spektrums (inkl. Ultraviolett) das Gedeihen und die Färbung der Blaualgen beeinflussen, und zwar a) in anorganischen, b) in organischen Nährlösungen. Insbesondere soll auf eine etwaige Bevorzugung des roten Lichts bei autotropher (anorganischer), des blauen und violetten bei heterotropher (organischer) Ernährung geachtet werden."

Die Bearbeitungen sollen bis 31. Dezember 1916 bei der Redaktion der „Österreichischen botanischen Zeitschrift", Wien, III. Rennweg 14, eingereicht werden. Der Name des Autors ist auf dem Manuskripte selbst nicht ersichtlich zu machen, jedoch in einem versiegelten Umschlage dem Manuskripte beizulegen.

Die Vergebung des Preises erfolgt durch ein Preisrichterkomitee, welches aus den Herren Geheimrat Prof. Dr. W. Pfeffer (Leipzig), Prof. Dr. H. Molisch (Wien) und Prof. Dr. R. v. Wettstein (Wien) besteht.

Geosiphon Fr. Wettst., eine neue, interessante Siphonee.

Von **Fritz v. Wettstein** (Wien).

(Mit Tafel III und IV.)

Anfang November 1913 suchte ich bei einem Aufenthalte in Kremsmünster in Oberösterreich die Felder in dieser Gegend nach Moosen ab. Beim Sammeln von *Anthoceros punctatus* L. und *Riccia glauca* L. auf einem Krautfelde beim sogenannten Schacherwalde fielen mir kleine, schwarze Pünktchen auf, die in großer Menge, besonders an den Seiten der Furchen, die Ackererde bedeckten. Ich hielt sie im Anfang für kleine Kolonien von Schizophyceen. Sie waren aber sehr auffallend und ich nahm mir daher eine Probe mit nach Wien. Die mikroskopische Betrachtung zeigte einen eigenartigen Organismus, über dessen Wesen und Zugehörigkeit ich mir im Anfang gar nicht klar war. Erst

eine längere genaue Untersuchung zeigte, daß es sich um eine merkwürdige Alge aus der Gruppe der *Siphoneae* handelt, die aber in einer sehr interessanten Weise in ihrer Lebensweise an einen *Nostoc* gebunden ist.

Ich ließ mir gleich, nachdem ich sah, daß die Pflanze einer genaueren Untersuchung bedürfe, von meinem Bruder vom Standorte größere Mengen senden. Ich erhielt auch ziemlich viel. Um aber sicher zu sein, auch weiterhin Material zu bekommen, pachtete ich ein kleines Stück dieses Krautfeldes für das nächste Jahr und ließ es brach liegen, da der Besitzer beabsichtigte, im nächsten Jahre Getreide zu bauen und ich im Zweifel war, ob auf einem solchen Felde die Pflanze sobald wieder zum Vorschein kommen würde. Ich besuchte auch die anderen Felder in der ganzen Umgebung, ohne irgend etwas finden zu können. Ich ließ auf dem Krautacker fleißig nachsehen und es war zu konstatieren, daß sich die Alge bis in den Dezember hielt. Erst einige Schneefälle machten sie unsichtbar, und so blieb es während des ganzen folgenden Frühjahres und Sommers sowohl auf dem brachliegenden Stücke wie auch auf den anderen Feldern. Auch Versuche, die Pflanze zu Hause aus vom Standort erhaltener Erde zu ziehen, schlugen fehl. Erst bei einem Besuche, den ich im Oktober 1914 dem Felde wieder machte, konnte ich die Alge auf dem Brachfelde wieder wie im Vorjahre, wenn auch in geringerem Maße finden und sehr spärlich auch auf einem Krautfelde in nächster Nähe, dagegen war sie auf dem bereits brachliegenden Getreidefelde nicht vorhanden. Die Pflanze scheint, soweit dies aus den wenigen Beobachtungen zu ersehen ist, vor allem auf Krautfeldern zu wachsen. Ob dies aber ausnahmslos ist und irgend eine Bedeutung hat, läßt sich absolut nicht sagen und ist noch durch weitere Beobachtungen näher festzustellen.

Das im Herbst des ersten Jahres meiner Arbeit erhaltene Material wurde in flachen, irdenen, unglasierten Schüsseln auf Ackererde weiter lebend erhalten. Es ging dies ziemlich leicht, wenn man die Erde immer etwas befeuchtet hielt. Erschwert wurde die Kultur nur dadurch, daß im Laufe der Zeit sich alles mögliche auf der Erde ansiedelte und zum Teil die Siphonee überwucherte. Im ersten Jahre war mir dies gleichgültig, da ich nur solange die Alge erhalten wollte, bis ich das ganze Material bei der Untersuchung allmählich aufgebraucht und die nötigen Mengen fixiert hätte. Im Herbst 1914 jedoch trachtete ich darnach, möglichst reines Material zu isolieren und möglichst reine Kulturen zu erhalten. Es gelang auch, andere Algen, Pilze und Moose ziemlich fernzuhalten Doch wies die Siphonee keinerlei Vermehrung in der Kultur auf. Immerhin hält sie sich bis jetzt also über sechs Monate in Glasgefäßen auf feuchter Erde recht gut.

Das Herauspräparieren und Fixieren der Algen war ziemlich schwierig. Es gelang mir schließlich, das Material in Gaze gehüllt auszuwaschen und so von aller Erde zu befreien. Die so gereinigten Algen wurden nun aus dem ganzen Gewirr anderer Pflanzen, die mit ausgewaschen wurden, herauspräpariert und ich erhielt auf diese Weise gutes, reines Material, welches mit der bekannten Pfeifferschen Flüssigkeit, ferner zum geringeren Teile mit Chromsäure fixiert wurde. Diese Fixierungsmethoden erwiesen sich auch zur Weiterbehandlung für Mikrotomschnitte als sehr brauchbar. Die Algen wurden vielfach lebend und in Pfeifferscher Flüssigkeit selbst untersucht, viele wurden als ganze gefärbt. Da es sich aber bald herausstellte, daß zur Klärung Schnitte durch die Algen sehr notwendig waren, verwendete ich das Mikrotom. Die Materialien wurden nach der gebräuchlichen Methode über Benzol in Paraffin überführt und eingebettet. Die Schnitte wurden mit Eisenoxydammoniak und Hämatoxylin, ferner mit Safranin und Säure-Lichtgrün gefärbt. Die Dicke betrug anfangs 5 μ, später 2 μ. Ich erhielt auf diese Weise sehr gute Quer- und Längsschnitte sowohl durch die Blasen wie auch durch die Rhizoiden der Alge.

Um über das physiologische Verhalten der Alge einigermaßen orientiert zu sein, wurden, soweit dies überhaupt ohne Reinkulturen möglich ist, Versuche mit verschiedenen Nährlösungen angestellt. Über sie wird, soweit sie abgeschlossen sind, weiter unten berichtet werden. Ich bin in dieser Richtung noch nicht sehr weit gekommen, da es mir bis jetzt noch nicht gelang, die Pflanze in der Kultur zur Vermehrung zu bringen. Ich hoffe, daß mir dies noch gelingen wird und ich dann in der Lage sein werde, Genaueres über die Physiologie dieser Alge zu berichten.

Schließlich möchte ich allen denen, die meine Arbeit irgendwie unterstützten, herzlichst danken, besonders aber meinem Vater, Prof. R. v. Wettstein, der mich die Arbeit in seinem Institute ausführen ließ und sie jederzeit mit Ratschlägen förderte.

Geosiphon Fr. Wettst.

Wie schon erwähnt, zeigte es sich bei der Untersuchung bald, daß wir es mit zwei verschiedenen Organismen zu tun haben, welche aneinander gebunden leben. Es zerfiel die Arbeit von vornherein in zwei Teile. Es ist aber naturgemäß infolge der gemeinsamen Lebensweise sehr schwer, die beiden Algen vollständig getrennt zu behandeln. Immerhin will ich versuchen, zuerst die Siphonee allein zu beschreiben. Es ergibt sich aber doch zeitweise die Notwendigkeit, etwas vorzugreifen oder Tatsachen später zu besprechen, die zum Teil früher zu behandeln wären.

Ein Individuum der Siphonee bildet eine große Anzahl Blasen (ich konnte bis zu 30 zählen) welche über die Erde hervorkommen und eine birnförmige Gestalt besitzen, doch meistens auch ein wenig nach einer Seite eingekrümmt sind. Diese einzelnen Blasen sind durch ein stark verzweigtes Rhizoidengeflecht verbunden, und zwar kann man stets ein Hauptrhizoid, welches meist leicht durch die größere Dicke kenntlich ist, unterscheiden. Auch dieses kann sich teilen oder durch Sprossung ein neues Rhizoid bilden, so daß oft mehrere solche Hauptrhizoiden zu finden sind. Von diesen zweigen die Seitenrhizoiden in großer Zahl ab, welche teils mit Blasen endigen, die über die Erdoberfläche hervorkommen (Fig. 1), teils unter der Erde vermutlich der Befestigung und der Aufnahme von Nährstoffen aus dem Substrate dienen. Gerade die letzteren sind sehr stark verzweigt und endigen schließlich mit sehr dünnen Fäden. Sowohl die Bildung der Rhizoiden wie vermutlich auch die der Blasen geht in folgender Weise vor sich. Es erfolgt eine Ausstülpung des Mutterrhizoides. Man sieht an den ersten Stadien einen kleinen Fortsatz, der stark mit Plasma erfüllt ist. Die Ausstülpung wächst immer weiter und bildet das neue Rhizoid, welches gleich wieder neue Fortsätze bilden kann. Es wurde schon erwähnt, daß die Bildung der Blasen in analoger Weise vor sich gehen dürfte. Doch spielt dabei der *Nostoc* eine Rolle und es soll daher das Wachstum der Blasen später behandelt werden. Neben den Rhizoiden haben auch die unteren Teile der Blasen die Fähigkeit, Rhizoiden zu bilden. Man findet oft Blasen mit 2—3 Rhizoiden an der Basis. Doch bleiben meistens diese von der Blase selbst gebildeten Rhizoiden kurz und dienen nur der Befestigung der Blasen. Es kommt aber auch vor, daß diese seitlich getriebenen Rhizoiden wieder mit dem Hauptrhizoid oder andern Seitenrhizoiden verwachsen, wie dies auf Figur 1 zu sehen ist, und so wird die Verbindung und Verflechtung des ganzen Rhizoidenkomplexes eine sehr feste. Das wesentlichste Merkmal, welches mit einigen andern die Siphoneennatur der Alge ausmacht, ist die Tatsache, daß sich weder in den Blasen noch irgendwo im ganzen Rhizoidengeflecht Zellquerwände finden. Es ist der ganze Komplex der vielen Blasen und aller Verbindungsfäden ein einziger Coeloblast. Die Rhizoiden sind ganz mit Plasma erfüllt. Etwas anders ist dies in den Blasen. An guten Querschnitten ließ sich feststellen, daß die Blasen von einer sehr dünnen Protoplasmaschichte an der Innenseite der Wand bekleidet werden. Das Plasma sammelt sich im unteren Teile der Blase zu einer dichteren Masse, welche wieder durch einen dünneren Strang mit dem Plasma des Rhizoids in Verbindung steht. Im oberen Teile löst sich der Wandbelag des Plasmas immer mehr und mehr in einzelne Stränge auf, bis schließlich bei alten Blasen der obere Teil überhaupt frei von Protoplasma ist. Das ganze übrige Innere der Blasen wird vom

Zellsaft ausgefüllt. Diese Verhältnisse stehen in engem Zusammenhange mit dem *Nostoc*, der in diesen Blasen wohnt.

Das zweite charakteristische Siphoneenmerkmal liegt in der Zahl und Beschaffenheit der Kerne. Das ganze Protoplasma sowohl in den Blasen wie in den Rhizoiden ist erfüllt von den charakteristischen sehr kleinen Siphoneenkernen, wie sie für *Vaucheria* typisch sind. Die Kerne sind in der großen Plasmaanhäufung am Grunde der Blasen am zahlreichsten. Sie sind im ganzen Wandbelag verteilt und nehmen naturgemäß gegen die Spitze immer mehr an Zahl ab. Auch in den Rhizoiden sind sie zahlreich vorhanden (Fig. 2, 3).

Außer den Kernen sind in der ganzen Alge überall Öltropfen nachzuweisen. Am stärksten treten sie in den Rhizoiden hervor, die stellenweise ganz damit vollgepropft sind. Sie reagieren auf Alkannatinktur und Osmiumsäure und stellen vermutlich ein Stoffwechselprodukt der Pflanze dar. Sehr wichtig für die weiteren Schlüsse über die Natur der Siphonee war die Beantwortung der Chromatophorenfrage. Bei den nächsten Verwandten unserer Pflanze *Botrydium granulatum* (L.) Grev. und *Vaucheria* finden sich kleine, runde, körnchenförmige Chromatophoren. Sie liegen in der Schichte des Plasmas, welche der Wand der Zelle zunächst liegt. Besonders deutlich sind bei *Botrydium* zwei Schichten ausgebildet, eine wandständige mit den Chromatophoren und eine innere mit den zahlreichen Kernen. Bei meiner neuen Siphonee nun konnte ich niemals Chromatophoren finden. Es hängt dies mit der eigentümlichen Lebensweise in Vereinigung mit dem *Nostoc* zusammen, worüber in dem Kapitel, das diesem Teil der Untersuchung gewidmet ist, geschrieben werden soll. Hier sei nur die Tatsache festgestellt, daß bei dem mir vorliegenden Materiale nie Bildungen zu beobachten waren, die als Chromatophoren bezeichnet werden konnten; es fehlt die ganze Plasmaschichte, welche bei *Botrydium granulatum* die Chromatophoren enthält und einzig nur die Schichte mit den zahlreichen Kernen ist vorhanden, welche hier sich direkt an die Zellwand anschließt.

Es bleibt nur noch übrig, die chemische Zusammensetzung der Membran zu besprechen. Die Membran ist relativ dick und umschließt den ganzen Coeloblasten gleichmäßig. Es ist eine deutliche Schichtung vorhanden. Es wurde versucht, die Zusammensetzung der Membran klarzulegen, aber ich stieß dabei zuerst auf ziemliche Schwierigkeiten. Die gebräuchlichen Zellulosereaktionen (Jodjodkalium + $H_2 SO_4$, Chlorzinkjod) hatten gar keinen Erfolg. Die ganze Frage klärte sich in sehr interessanter Weise, indem ich feststellen konnte, daß die Membran aus Chitin besteht. Es wurden die Reaktionen durch Erhitzen mit Kalilauge auf 180° und nachfolgender Behandlung durch Jodjodkaliumzusatz, wobei eine violette Färbung eintritt, ferner durch Auflösen mit Essig-

säure durchgeführt und fielen einwandfrei aus[1]). Dies ist ein sehr merkwürdiges Ergebnis, da bei keiner Chlorophycee bis jetzt Ähnliches beobachtet wurde und auch von mir bei einer größeren Zahl von Siphoneen (*Codium, Valonia*, *Caulerpa*, *Dasycladus*, *Bryopsis*, *Vaucheria* und *Botrydium*) angestellte Reaktionen auf Chitin vollständig negativ ausfielen. Auch auf diese Frage werde ich später noch einmal zurückkommen.

Es gelang mir nicht, bei der untersuchten Pflanze irgend eine Art von Fortpflanzung zu finden außer durch die erwähnte Sprossung. In diesen Zusammenhang gehört aber sicher eine Art von Dauerorganen, die diese Alge gegen das Ende ihrer Vegetationsperiode bildet. Es handelt sich um kleine, makroskopisch weiß aussehende Kügelchen, welche ebenso wie die Blasen durch Rhizoiden mit der übrigen Pflanze in Verbindung stehen und auch nicht durch Querwände abgegliedert sind. Die zu diesen Dauerkugeln führenden Rhizoiden unterscheiden sich von den andern durch ihre besondere Länge und ihre vollständige Unverzweigtheit. Auch diese Kügelchen entstehen durch Sprossung aus den Rhizoiden. Es waren einige Male ganz junge, eben in Bildung begriffene Dauerkugeln zu beobachten. Die Kugeln enthalten Protoplasma, welches bei jungen das ganze Gebilde ausfüllt (Fig. 7). Im Laufe der Entwicklung zieht sich das Protoplasma immer mehr gegen die Eintrittsstelle des Rhizoids zurück und bildet in der ganzen Kugel nur ein dünnes Netzwerk. Die Kernverhältnisse sind dieselben wie bei der übrigen Pflanze. Auch hier sind die Kerne bei erwachsenen Kugeln in der Plasmamasse am zahlreichsten, welche sich bei der Rhizoideintrittstelle ansammelt. Den Charakter von Dauerorganen erhalten diese Kugeln dadurch, daß in dem als Netzwerk vorhandenen Protoplasma bei den alten Kugeln fettes Öl in großen Mengen aufgespeichert wird, welches sich wie in den Blasen und Rhizoiden durch Alkannatinktur, Osmiumsäure und Verseifung mit Kalilauge und Ammoniak nach Molisch (l. c., p. 108) nachweisen läßt. Das Öl ist in solchen Mengen vorhanden, daß es beim Zerquetschen der Kugeln als einheitliche Masse, nicht in Tröpfchen aus der zerrissenen Membran austritt. Außerdem aber finden sich große Mengen eines Körpers, über dessen Natur ich nicht ganz ins klare gekommen bin. Es sind kleine, rundliche Körnchen, die in den erwachsenen Kugeln in so großer Menge auftreten, daß sie sich zum Teil gegenseitig abplatten. Sie färben sich nach der von Zimmermann[2]) zur Erkennung von Pyrenoiden angegebenen Methode mit Säure-Fuchsin sehr deutlich rot. Nach Behandlung mit Jodjodkalium und

---

[1]) Molisch H. Mikrochemie der Pflanze, Jena 1913, p. 304—305. Tunmann O. Pflanzenmikrochemie, Berlin 1913, p. 306—310.

[2]) Zimmermann A. Botanische Mikrotechnik, Tübingen 1892, p. 201—202.

mit Jodlösung hebt sich ein deutlich braun gefärbter innerer Teil und eine hyaline Hülle ab. Auch mit Hämatoxylin und Safranin ist der Körper färbbar und es ist auch hier eine intensivere Färbung des inneren Teiles wahrnehmbar. Mit Millonschem Reagens tritt keine Reaktion auf, und auch andere Eiweißreaktionen schlugen fehl. Der Körper ist in Salzsäure, Schwefelsäure, Chloralhydrat und heißem Wasser unlöslich. In kalter Kalilauge quillt er. In heißer löst er sich langsam auf. Reaktionen auf Volutin, an welchen Körper ich mit Rücksicht auf das Aussehen der Kugeln dachte, erwiesen sich als negativ. Nach den Zimmermannschen Reaktionen und der Färbung mit Jod ließe sich auf Pyrenoide schließen. Nun stimmte allerdings eine Reihe der erwähnten Reaktionen gar nicht damit überein und es ist auch nach dem derzeitigen Stande unserer Kenntnisse sehr schwer, sich Pyrenoide ohne Chromatophoren vorzustellen. Doch könnte dies ja mit dem erwähnten Verlust der Chromatophoren in Zusammenhang stehen, der bei der ganzen Pflanze eingetreten ist. Unter Pyrenoiden werden ja gegenwärtig noch sehr verschiedene Dinge zusammengefaßt, so daß es gestattet sein dürfte, die erwähnten Gebilde vielleicht doch hieher zu rechnen oder vorläufig als Pyrenoid-ähnlich zu bezeichnen. Fig. 6 gibt eine Vorstellung vom Aussehen einer solchen ziemlich ausgewachsenen Dauerkugel im Querschnitt.

Die beschriebene Siphonee konnte ich in der neueren Literatur nicht finden. Die einzige Angabe, die hieher gehören dürfte, findet sich in den „Tabulae phycologicae“ [1]) und in den „Species Algarum“ [2]). Im ersten Werk findet sich eine Abbildung, welche meiner Art zu entsprechen scheint. Sie stellt mehrere birnförmige Schläuche dar, deren jeder am Grund mehrere sehr dünne Rhizoiden besitzt, die ganz so wie bei meiner Pflanze inseriert sind und auch in der Größe übereinstimmen. Sehr charakteristisch ist, daß Kützing eine ganze Reihe solcher Blasen nebeneinander zeichnet und die Rhizoiden zwar verschlungen, aber nicht zusammenhängend zeichnet. Er sah, daß die Blasen immer in Reihen wachsen, doch traute er sich wohl nicht, die Rhizoiden im Zusammenhange zu zeichnen. Soweit die Zeichnung, welche leider in den Blasen keinerlei Details bringt, es deuten läßt, handelt es sich um meine Pflanze. Sie wurde von Kützing auf lehmigem Boden bei Nordhausen gefunden und im zweiten zitierten Buche von ihm als *Botrydium pyriforme* Ktz. beschrieben. Er sagt von ihr: „Botrydium aeruginosum, minutulum, coelomatibus, fasciculato aggregatis, clavato-pyriformibus, oblongis, basi attenuatis utroque fine obtusis, basi radiculas plures tenuissimas divari-

---

[1]) Kützing F. Tabulae phycologicae, Nordhausen, 1845—1871. VI., p. 19, t. 54, f. 3.

[2]) Derselbe. Species algarum, Leipzig 1849, p. 486.

cato ramosas et intricatas emittentibus, long. $^1/_6$—$^1/_4$''' lat. maxim. $^1/_{10}$''', radicularum diam. $^1/_{500}$—$^1/_{250}$'''." Trotz der auch schon aus dieser Diagnose und der Zeichnung deutlich hervortretenden Unterschiede von *Botrydium granulatum* ist die Alge teils ganz in Vergessenheit geraten, teils wurde sie, so z. B. von Rostafinski und Woronin[1]), nur als eine von Kützing aufgestellte, aber in den großen Formenkreis von *Botrydium granulatum* gehörige Art behandelt. In der „Flora Europaea Algarum" [2]) erwähnt sie Rabenhorst als eigene Art von Nordhausen, wo sie Kützing sammelte und von einem neuen Standort, Stehlen in Schlesien, wo sie von Bleisch gesammelt wurde. Das Material vom letztgenannten Ort ist von Rabenhorst in den „Algen Europas" ausgegeben worden. Doch handelt es sich dabei bloß um jugendliche Exemplare von *Botrydium granulatum*, welche etwas abnorm langgestreckte Blasen haben, wie ich mich selbst überzeugen konnte. Dieser zweite Standort kommt also für *B. pyriforme* Ktz. nicht in Betracht. De Toni[3]) zieht alle Angaben zusammen zu der einzigen Art *Botrydium granulatum* (L.) Grev. und stellt *B. pyriforme* als Synonym zu *B. granulatum*.

Nach meinen Untersuchungen besitzt *B. pyriforme* Ktz. wie ich glaube so wesentliche Unterschiede von *Botrydium*, daß ich sie als eigene Gattung abtrenne. Selbstverständlich gehört sie in die nächste Verwandtschaft von *Botrydium*. Sie scheint zwar auf den ersten Blick durch das Fehlen der Chromatophoren gar nichts mit den Siphoneen gemein zu haben, doch zeigt der Bau dieser Alge deutlich, daß sie nur eine heterotrophe Form dieser Reihe darstellt. Ich nenne sie *Geosiphon* und gebe eine kurze Diagnose:

Eine einzige polyenergide Zelle, die in oberirdische Teile, die birnförmige Blasen darstellen, und in ein reichverzweigtes, unterirdisches Rhizoidengeflecht differenziert ist. Ein Hauptrhizoid vorhanden, von diesem zweigen Seitenrhizoiden ab, die zum Teil mit oberirdischen Blasen enden. Die Blasen treiben öfters neue Rhizoiden aus, so daß jede Blase an der Basis 2—3 Rhizoiden besitzt. Plasma mit zahlreichen Kernen in den Blasen eine Wandschicht bildend, gegen den Grund sich ansammelnd, die Rhizoiden ganz ausfüllend. Öltropfen in großen Mengen. Chromatophoren fehlend. Vermehrung der Blasen durch Sprossung.

---

[1]) Rostafinski J. und Woronin N. Über *Botrydium granulatum*, Botanische Zeitung, 35. Jahrg., 1877, p. 649, 665.

[2]) Rabenhorst L. Flora Europaea Algarum quae dulcis et submarinae, Leipzig 1868, III. Band, p. 265—266.

[3]) De Toni Bapt. Sylloge Algarum omnium hucusque cognitarum. Patavii, 1889, Vol. I, p. 527—530.

Kugelförmige Thallusteile vorhanden, welche mit Öl als Reservestoff und Pyrenoid-ähnlichen Körpern in großen Mengen angefüllt sind.

Länge der Blasen 500—700 μ,. Breite 200—300 μ. Dicke der Rhizoiden bis 12 μ, der Membran bis 3 μ.

Einzige Art: *G. pyriforme* (Ktz.) Fr. Wettst.

Fundorte: Auf Krautfeldern bei Kremsmünster in Ob.-Öst. und auf lehmigem Boden in Nordhausen im Harz.

Soweit bezieht sich die Untersuchung auf die Siphonee allein. Bevor ich zu den Ergebnissen übergehe, die über das Zusammenleben der beiden Algen handeln, will ich kurz noch den *Nostoc* beschreiben.

Der *Nostoc* bildet in den Blasen der Siphonee kleine Lager, die ganz so gestaltet sind wie kleine Lager freilebender *Nostoc*-Arten. Es ist nicht die merkwürdige, von allen anderen *Nostoc*-Arten abweichende Lebensweise allein, die mich dazu führt, ihn als neue Art zu beschreiben. Es wäre möglich, daß diese Art auch einmal selbstständig ohne die Siphonee gefunden wird. Allerdings habe ich bis jetzt diesen *Nostoc* nie selbstständig auf der Erde der erwähnten zwei Felder sehen können, obwohl dort gerade *Schizophyceae* und besonders auch *Nostoc*-Arten sehr häufig waren. Bis jetzt ist die merkwürdige Lebensweise jedenfalls auch als Artmerkmal zu gebrauchen. Doch sind hinreichend Unterschiede von anderen Arten an den Zellen selbst vorhanden. Ich gebe diese in einer kurzen Diagnose. Die Art nenne ich *Nostoc symbioticum.*

Zellfäden zu Knäueln vereinigt im Innern von *Geosiphon pyriforme.* Vegetative Zellen lang ellipsoidisch, ca. 6 μ breit und 12 μ lang. Grenzzellen vorhanden, ca. 6 × 9 μ. Dauerzellen 5—6 μ breit und bis 9 μ lang, kugelig im scharfen Gegensatz zu den vegetativen Zellen (Fig. 8).

Ich trachtete bei der Besprechung bisher möglichst alles zu vermeiden, was beide Arten zusammenhält und ich möchte jetzt gerade diesen Punkt eingehend behandeln. Wie ich bereits erwähnt habe, lebt *Nostoc symbioticum* in den oberirdischen Blasen von *Geosiphon.* Dadurch wird die Verbindung eine so enge, daß ich es jetzt versuchen will, den auf diese Weise entstandenen Organismus als einen zu behandeln. Eine solche mit *Nostoc* besetzte ziemlich ausgewachsene *Geosiphon*-Blase ist im Längsschnitt in Fig. 3 dargestellt. Am Grund der Blase ist die Plasmaansammlung und das Protoplasma zieht an der Wand entlang. Den Zellraum, der in der Mitte vom Plasma leer gelassen ist, füllt das *Nostoc*-Coenobium aus. In Fig. 2 a—d sind mehrere Querschnitte in verschiedener Höhe durch eine Blase gezeichnet. Im Schnitt Fig. 2 a ist der basale Teil der Blase durchschnitten. Es ist nur Plasma vorhanden mit der großen Zahl von Kernen. Je höher wir den Schnitt führen, desto mehr tritt das Plasma gegen die Wand, während der *Nostoc* erst nur in wenigen Zellen (Fig. 2 b) sichtbar ist, bis er schließ-

lich (Fig. 2 d) die ganze Blase ausfüllt. So sind die Verhältnisse in einer ausgewachsenen Blase. Wie entstehen nun diese? Die *Geosiphon*-Teile wachsen durch Sprossung heran. Man findet Blasen in allen Größen, doch ist überall der *Nostoc* bereits vorhanden. Dies dürfte so zu erklären sein: Der *Nostoc* stirbt, wenn die Blase älter wird, allmählich ab, läßt aber eine größere Zahl von Dauerzellen übrig, welche nun in die Rhizoiden gelangen und in diesen weiter geführt werden (Fig. 6). Man findet vielfach in den Rhizoiden *Nostoc*-Zellen. Leider ist hier eine Lücke in meinen Beobachtungen, die ich nicht ausfüllen konnte. Es gelang mir nie, eine Stelle zu Gesicht zu bekommen, die klar zeigt, wie die *Nostoc*-Zellen in die jungen Blasen gelangen. Die eine Möglichkeit ist die, daß sie durch die lebhaftere Plasmaströmung in die bereits gebildeten jungen Blasen geführt werden; die andere, daß sie an der Stelle, wo sie im Rhizoid stecken bleiben, selbst den *Geosiphon* zur Bildung einer neuen Blase anregen. Ich neige mehr der ersten Ansicht zu. Jedenfalls dringt der *Nostoc* durch die Rhizoiden von einer Blase zur andern, ein Eindringen von außen findet nicht statt. Ist der *Nostoc* einmal in der jungen Blase, so geht die Weiterentwicklung in der Weise vor sich, daß die junge *Geosiphon*-Blase, die ganz mit Plasma erfüllt ist (Fig. 9 a, b), sehr stark heranwächst, wobei sich allmählich wieder das Zusammenballen des Plasmas am Grunde vollzieht. In der ersten Zeit bleibt der *Nostoc* dagegen am oberen Ende und vermehrt sich dort anfangs schwach (Fig. 9 c). Später ist die Vermehrung lebhafter und erst mit der Vergrößerung des Coenobiums geht auch das Vorrücken des ganzen Thallus gegen die Basis vor sich (Fig. 9 d, e). Manchmal, scheint es, werden Teile des Plasmas durch die *Nostoc*-Ketten vom übrigen Plasma abgetrennt. Es zieht sich dann dieser Teil im Innern des *Nostoc*-Coenobiums zusammen und bildet dort eine starke Plasmaansammlung mit sehr vielen Kernen, welche lange erhalten bleibt, da man solche auch noch bei sehr alten Blasen beobachten kann (Fig. 4).

Zum Schlusse möchte ich an den vorstehenden absichtlich rein beschreibend gehaltenen Teil des Berichtes über meine Untersuchungen einige vorläufige theoretische Bemerkungen über die biologischen Beziehungen zwischen *Nostoc* und *Geosiphon* anknüpfen. Es ist sicher, daß in dem von mir untersuchten Materiale sich kein Exemplar von *Geosiphon* fand, in dem nicht auch *Nostoc* vorhanden war, daß also die beiden vermutlich stets auf diesem Standort gemeinsam leben, ohne daß behauptet werden soll, daß *Geosiphon* allein nicht doch einmal gefunden werden könnte. Es erscheint mir sehr unwahrscheinlich, daß *Nostoc symbioticum* in der Pflanze als vollständiger Parasit lebt. Ebenso halte ich es für höchst unwahrscheinlich, daß in *Geosiphon* nur eine durch den Parasiten veranlaßte Mißbildung einer andern Siphonee vorliegt. Der *Nostoc*

assimiliert jedenfalls. Für *Geosiphon* ist dies ausgeschlossen, da die Chromatophoren vollständig reduziert sind. *Geosiphon* hat vermutlich teil an dem Ergebnisse der assimilatorischen Tätigkeit des *Nostoc*, denn es könnte sonst kaum gelingen, bei vollständig anorganischer Ernährung wie auf mit Knopscher Nährlösung getränktem Filtrierpapier unsere Alge am Leben zu erhalten, ja sogar zur Vermehrung ihrer Protoplasmamasse zu bringen, wenn sie eine rein saprophytische Lebensweise führte. (Daß dies möglich ist, wurde durch Versuche bestätigt.) Wenn nun *Geosiphon* an den Assimilationsprodukten des *Nostoc* teil hat, wird dieses Verhalten gegenüber Knopscher Nährlösung erklärlich. Anderseits dürfte auch der *Nostoc* nicht vollständig unabhängig von der ihm von *Geosiphon* dargebotenen organischen Nahrung sein und als bloßer Raumparasit, leben, da er sonst nicht sofort absterben würde, wenn er in Wasser oder rein anorganische Nährlösungen gebracht wird. Diese Versuche und Überlegungen führen mich zur Annahme, daß wir es hier mit einem ziemlich klaren Fall von Symbiose zu tun haben. Dies ist um so interessanter, als der ganze Organismus eigentlich eine gewisse Analogie mit den Flechten zeigt. Auch diese sind eine Verbindung von einzelligen Algen (*Chlorophyceae* und auch *Cyanophyceae*) mit der saprophytisch lebenden Parallelreihe der *Chlorophyceae* zu einem physiologisch einheitlichen Gebilde. In unseremFall ist auch eine Cyanophycee und eine saprophytische Chlorophycee in Symbiose verbunden.

Sehr interessant ist nun, daß wir das bei Pilzen so allgemein auftretende Merkmal der Zusammensetzung der Membran aus Chitin hier vorfinden. Es liegt die Vermutung nahe, daß das Auftreten von Chitin eng mit der organischen Ernährung zusammenhängt. Jedenfalls ist sehr bemerkenswert, daß bei der saprophytisch gewordenen Siphonee dasselbe Merkmal auftritt, wie in der saprophytisch gewordenen, mit *Chlorophyceae* vermutlich in Zusammenhang stehenden Parallelreihe der grünen Algen, nämlich den Pilzen.

Was nun die Systematik der *Siphoneae* betrifft, so scheint mir der Fund dieser eigenartigen Pflanze gewiß auch in dieser Hinsicht von Interesse zu sein. Allerdings ist *Geosiphon* stark abgeleitet und fällt dementsprechend aus der Reihe der *Siphoneae* heraus. Doch stellt *Geosiphon*, wenn man vom Chlorophyllverlust absieht, morphologisch in den vegetativen Organen ein ganz schönes Zwischenglied zwischen *Botrydium* und *Vaucheria* dar, wobei die Frage nach den — bekanntlich von vielen angezweifelten — verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen diesen beiden Gattungen vorläufig noch offen bleibt.

Erklärung der Tafeln III und IV.

Fig. 1. Kette von 7 Blasen mit Rhizoiden (Haupt- und Nebenrhizoiden) von *Geosiphon*. Im Innern der Blasen die *Nostoc*-Coenobien. In durchfallendem Lichte gezeichnet. Vergr. ca. 100 mal.

Fig. 2. Querschnitte durch eine Blase von *Geosiphon*. a) Basaler Teil. Protoplasma mit zahlreichen Kernen. b) Einzelne *Nostoc*-Ketten im Plasma. c) Mittlerer Blasenteil mit zahlreichen *Nostoc*-Zellen, dazwischen Protoplasma. (Das Protoplasma ist durch Plasmolyse etwas von der Wand zurückgezogen.) d) Oberster Blasenteil. Reines *Nostoc*-Coenobium. Vergr. ca. 600 mal.

Fig. 3. Längsschnitt durch eine Blase. Vergr. ca. 600 mal.

Fig. 4. Teil aus einem Längsschnitt mit Plasmaansammlung im Innern des *Nostoc*-Coenobium. Vergr. ca. 600 mal.

Fig. 5. *Nostoc*-Zelle im Rhizoid. An der einen Stelle ist das Rhizoid abgerissen und die zweite *Nostoc*-Zelle tritt heraus. Vergr. ca. 1000 mal.

Fig. 6. Querschnitt durch eine Dauerkugel. Vergr. ca. 600 mal.

Fig. 7. Junge Dauerkugel am Rhizoid. Vergr. ca. 600 mal.

Fig. 8. *Nostoc symbioticum*. Vegetative Zellen, Grenzzellen und Dauerzellen. Vergr. ca. 1000 mal.

Fig. 9. Entwicklung einer *Geosiphon*-Blase mit *Nostoc* a—e. Vergr. ca. 600 mal.

Fig. 1, 5, 7, 8, 9 nach ungefärbten, mit Pfeifferscher Flüssigkeit fixierten, Fig. 2, 3, 4, 6 nach mit Safranin-Säure-Lichtgrün gefärbten Präparaten.

Nochmals die Thermophilen der mittleren und oberen Zone des nordtirolischen Gebirges.

(Pflanzengeographische Studien aus Tirol, 12.)

Von **J. Murr** (Feldkirch).

In meiner Abhandlung „Zur Flora der Höttinger Breccie“ in Nr. 3, XXIII. Jahrgang der Österr. botan. Zeitschr., wurde wiederholt auf kälte- und wärmeliebende Typen Bezug genommen, welche heute noch in der Zone der Höttinger Breccie bei 1200 m zu finden sind.

Im folgenden soll anschließend an meine 7. pflanzengeographische Studie „Thermophile Relikte in mittlerer und oberer Höhenzone“ (Allg. botan. Zeitschr., Jahrg. 1906, S. 108—110) von solchen Thermophilen gehandelt werden, welche gegenwärtig die Zone der vielbesprochenen Breccie noch überschreiten und sich den Verhältnissen der mittleren und oberen Gebirgslagen angepaßt haben. Des Vergleiches wegen sollen hier nicht nur die Vorkommnisse in der Trias der Stubaier- und Brennergegend[1]) und gelegentlich die der entsprechenden sowie der jüngeren Schichten Vorarlbergs, sondern auch die thermophilen Kolonien des nordtirolischen Urgebirges herangezogen werden.

---

[1]) Ich nehme diese als Ersatz für die aus dem Innsbrucker Kalkgebirge (trotz v. Kerners und anderer fleißigen Notierungen) fehlenden Angaben.